

低温下の微小降雪粒子からなる降雪の降雪量推定の試み

小西啓之¹, 平沢尚彦²

¹大阪教育大

²極地研

Estimation of snowfall intensity for small particles precipitating under low temperature

Hiroyuki Konishi¹ and Naohiko Hirasawa²

¹Osaka Kyoiku Univ.

²NIPR

This study attempts to provide better methods to estimate amount of solid precipitation more accurately by using some disdrometers which measure sizes and fall velocities of all precipitation particles passing through the laser beam. The observation of snow particles was carried out in 2011/2012 and 2012/2013 winter seasons for dry snow as diamond dust at Rikubetsu/Hokkaido in northern part of Japan. The mass of each particle was given with the function of particle diameter and fall velocity, and it turned out that the method to estimate snowfall rate from the total is more exactly. But it became clear that a small particle less than 1 mm cannot be measured, and it was suggested that a large error arises in amount of snowfall measurement in such cases.

1. はじめに

数年前から正確な降雪量を測定する試みとして、粒径や落下速度を測定できる光学式雨量計を用いて、新潟県長岡や北海道陸別で観測を行い、機器の特性や降雪量推定の方法の試行を行ってきた。その結果、個々の粒子の質量を粒径と落下速度の関数で与え、その総和から降雪量を推定する方法が、比較的正確な降雪量を求める方法であることが分かった。しかし、この粒径と落下速度を測定できる光学式雨量計の特性を調べたところ、1mm 以下の小さい粒子については、機種により検出数に差があることや落下速度の値に大きな誤差があることなどが明らかになり、大きな雪片からなる降雪の場合は良いが、ダイヤモンドダストのような小さい粒子からなる降雪の場合は、降雪量測定に大きな誤差が生じることが示唆された。したがって、より低温の降雪に対しては異なる方法が必要となる。そこで今回はより小さい粒子が測定できる光学式飛雪計や降雪粒子の空間濃度を測定できるシーロメータを用いて北海道陸別で行った観測データから、より正確な降雪量を求める方法の試みを紹介する。

2. 観測

2011 年 11 月～2012 年 3 月、2012 年 11 月～2013 年 3 月の 2 冬間に北海道陸別で観測を行った。用いた測器は、3 種類の異なる光学式降水粒子検出器 (Thies Laser Precipitation Monitor (LPM)、OTT parsivel、新潟電機 Snow Particle Counter (SPC)) である。各測器の仕様を表 1 に示す。LPM と Parsivel は、粒径と落下速度を測定できるのに対し、SPC は粒径のみが測定される測器である。また、検出面積は LPM と Parsivel はほぼ等しいのに対し、SPC はその 1/100 と非常に小さい。SPC は、飛雪計あるいは地吹雪計ともいわれ、0.5mm 以下の小さい粒子の検出に優れている。

表 1 光学式降水粒子検出器の仕様

機種	粒径	落下速度	検出面積
LPM	22 クラス (0.2–8.5 mm)	20 クラス (0–10 m/sec)	46cm ²
Parsivel	32 クラス (0.0–26 mm)	32 クラス (0–22.4 m/sec)	54cm ²
SPC	32 クラス (0.036–0.5mm)	なし	0.5cm ²

これらを同一観測点に設置し、比較観測を行った。また、重量式の天秤式降雪強度計も設置した。さらにシーロメータを用いて降雪粒子の空間濃度を測定した。シーロメータは、鉛直上方へ出した可視光の後方散乱強度を 7.2km まで 50m 高度間隔で測定することができるが、ここでは最下層 (地上 50m) のデータのみを用いて、地上付近の粒子の空間濃度を測定した。

3. 結果

光学式雨量計から推定した降雪強度の一例を図 1 に示す。この図は 2011 年 11 月から 2012 年 3 月までの AMEDAS

と LPM の日降雪量の比較である。降雪日の変動は良く一致し、またそのピークの値も比較的よく合い、LPM でも降雪量がほぼ正確に測定できることが分かる。しかし AMEDAS に比べて LPM の日降雪量が多いことが多く LPM の推定値が過大評価されている。これは、強風時や低温時に多く現れており、両者の測器の捕捉率の問題や小さい粒子に対する捕捉率が原因と考えられる。LPM の時間変化をより詳しく見るため、2 月 2 日の変化を図 2 に示す。AMEDAS の降雪量の変化は転倒杓の転倒時、つまり 0.5mm 毎にしか変化しないので、ここでは天秤法で測定した降雪強度と比較した。この観測例では地上気温は -11°C ～ -13°C と低く、降雪粒子も 1mm 以下の小さいものが多かった。このような場合、LPM は過大に粒子数を検出するらしく、図 3 の回帰直線の傾きから分かるように実際の降雪量の 1.7 倍の降雪量を推定している。したがってこのような低温型の小さい降雪粒子の降雪量を LPM で推定するのは難しく、他の方法が望まれるところである。

そこで一例として図 2 と同じ例についてシーロメータの最下層の値と比較したのが図 4 である。天秤法による降雪強度の時間変化とシーロメータの後方散乱強度の時間変化の傾向が一致し、同期して変化していることがよくわかる。図には示していないが、両者の相関は 0.76 であった。シーロメータは、激しい降雪や霧のような濃い雲の場合、散乱強度が極端に大きくなり、このような同期した変動は見られないが、ちらちら舞うような空間濃度の薄い降雪の場合は、降雪強度に応じた空間濃度変動をしていることがわかり、気象レーダーのように降雪量推定に使えることが示唆された。

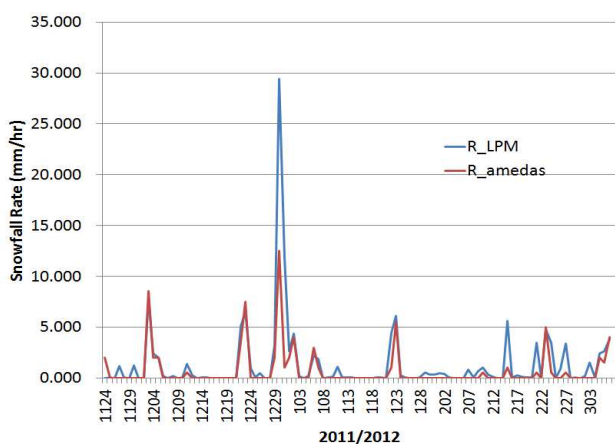


図 1. 陸別の AMEDAS の日降雪量と LPM で推定した日降雪量の比較(2011 年 11 月 24 日～2012 年 3 月 8 日)

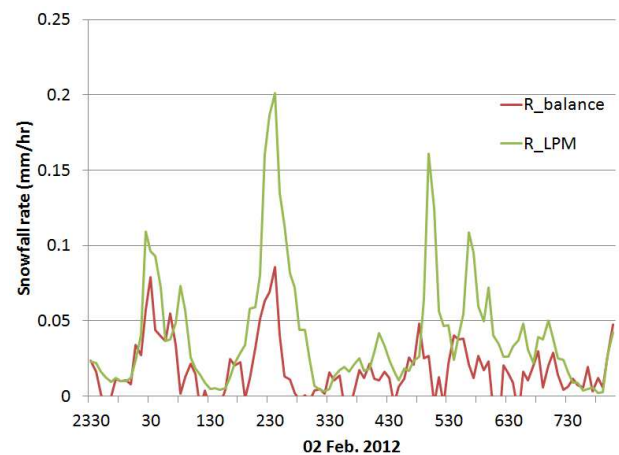


図 2. 天秤法と LPM による 5 分平均降水量比較 (2012 年 2 月 1 日 23 時 30 分—2 月 2 日 8 時 20 分)

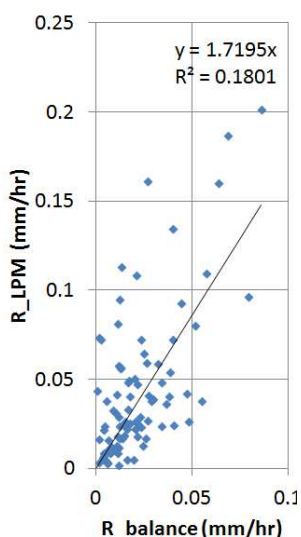


図 3. 天秤法と LPM による降水量比較(図 2 の両者の比較)
横軸 : 天秤法、縦軸 : LPM

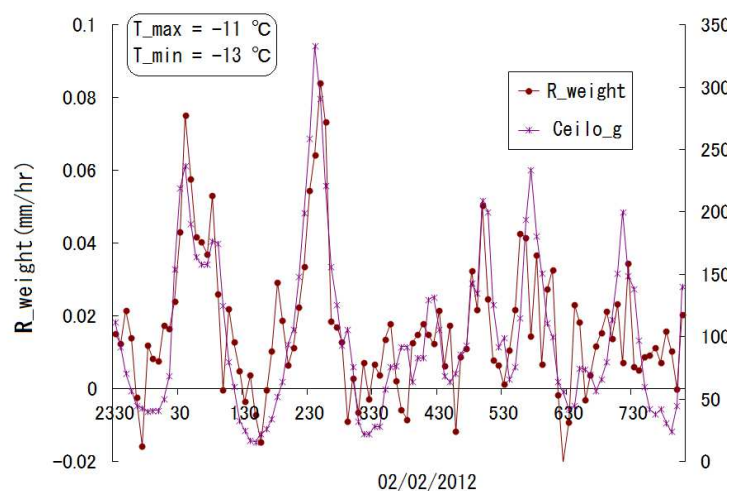


図 4. 天秤法とシーロメータによる 5 分平均降水量比較 (2012 年 2 月 1 日 23 時 30 分—2 月 2 日 8 時 20 分)